

Ảnh hưởng của quá trình chần và sấy phun lên hàm lượng flavonoid, và hoạt tính bắt gốc tự do DPPH của bột măng tây xanh

Effects of Blanching and Drying Process on Total Flavonoid Content and DPPH Radical Scavenging Activity of Green Asparagus Spray-Dried Powder

Nguyễn Quốc Duy*, Nguyễn Thị Thùy Dung, Nguyễn Thị Vân Linh

Khoa Kỹ thuật Thực phẩm và Môi trường, Trường Đại học Nguyễn Tất Thành, TP. Hồ Chí Minh, Việt Nam

*Email: nquy@ntt.edu.vn

Tóm tắt

Trong nghiên cứu này, quá trình chần và sấy phun được lựa chọn để khảo sát ảnh hưởng của các thông số quá trình lên hàm lượng flavonoid và hoạt tính chống oxy hóa DPPH của sản phẩm. Thí nghiệm khảo sát quá trình chần bố trí ảnh hưởng của một nhân tố với nhiệt độ chần (70 đến 90 °C) và thời gian chần (1 đến 5 phút). Quá trình sấy phun bố trí toàn phần 2 nhân tố gồm nhiệt độ sấy và hàm lượng chất khô với 3 mức khảo sát. Điều kiện chần phù hợp là ở 85 °C trong 4 phút và điều kiện sấy được chọn ở 160 °C với nồng độ chất khô dịch sấy phun là 10%. Bột măng tây thành phẩm có hàm lượng flavonoid và hoạt tính bắt gốc tự do DPPH lần lượt là 26,97 mg RE/g và 53,64 µmol TE/g.

Từ khóa: Quá trình chần, quá trình sấy phun, măng tây xanh, flavonoid, hoạt tính bắt gốc tự do DPPH.

Abstract

In this study, the effects of blanching and spray drying processes on total flavonoid contents and DPPH radical scavenging activity of green asparagus (*Asparagus officinalis* L.) spray-dried powder were investigated. Experiments were designed using one-factor-at-a-time in the blanching process and a three-level factorial with two factors, including drying temperature and the dry matter concentration in spray drying. The results showed that suitable blanching conditions were at the temperature of 85 °C in 4 minutes and chosen drying conditions were at the temperature of 160 °C and 10% dry matter concentration using maltodextrin as a carrier. Total flavonoid contents and DPPH free radical scavenging activity of asparagus spray-dried powder were 26.97 mg RE/g and 53.64 µmol TE/g, respectively.

Keywords: Blanching, spray drying, green asparagus, flavonoid content, DPPH radical scavenging activity.

1. Giới thiệu

Măng tây (*Asparagus officinalis* L.) thuộc họ Asparagaceae là một loại rau cao cấp, có hàm lượng dinh dưỡng khá cao, gồm 83% nước và 17% chất khô; trong đó có 2,2% đạm protein, 1,2% đường glucid, 0,6% cellulose. Măng tây có vị ngọt, dễ ăn và chứa nhiều thành phần có hoạt tính sinh học như saponin, phenolic, flavonoid (kaempferol, quercetin và rutin), oligosaccharide, xơ và carotenoid. Ngoài ra trong măng tây còn chứa nhiều vitamin và khoáng như vitamin A, B1, B2, C, E, Mg, P, Ca, Fe, acid folic và các acid amin như asparagine, arginine, tyrosine. Các dinh dưỡng có trong măng tây đều là những dưỡng chất cần thiết cho con người như chất xơ (hỗ trợ tiêu hóa, chống táo bón), protein (xây dựng cơ thể, tăng sức đề kháng), glucid, các chất chống oxy hóa như glutathione (bảo vệ da khỏi bị ảnh hưởng khi phơi nắng), nhiều vitamin nhóm B như B1, B2, B6 và acid folic (giúp tăng cường chuyển hóa, ổn định thần kinh và chống thiếu máu), vitamin C (tăng đề kháng, bảo vệ niêm mạc), vitamin A (hỗ trợ mắt và niêm mạc), các chất khoáng kali, magiê, canxi, sắt, kẽm

(tăng cường chuyển hóa, xây dựng tế bào). Ngoài việc được sử dụng như nguồn rau xanh hàng ngày, măng tây còn được đánh giá rất cao về những lợi ích đối với sức khỏe như chống ung thư, chống oxy hóa, giảm lipid máu và bảo vệ gan [1]. Acid coumaric, acid caffeic và acid ferulic là thành phần phenolic chủ yếu trong thân măng tây. Khi được bảo quản ở nhiệt độ 4 °C, hàm lượng của các hợp chất trên tăng lên nhanh chóng. Protodioscin, một loại saponin, có mặt với hàm lượng lên đến 0,01% trong thân măng tây [2]. Ngoài ra, rutin là thành phần flavonoid đóng vai trò quan trọng trong hoạt tính chống oxy hóa của thân măng tây [3].

Măng tây xanh được đánh giá là một nguyên liệu có giá trị dinh dưỡng cao và hoạt tính chống oxy hóa cao. Tuy nhiên hạn sử dụng của nguyên liệu tươi khá ngắn (dưới 7 ngày trong điều kiện bảo quản lạnh 4 °C) tạo động lực sản xuất sản phẩm để tăng hạn sử dụng và tạo giá trị gia tăng. Trong quá trình nghiên cứu sơ bộ về khả năng ứng dụng và tạo sản phẩm mới từ măng tây, bột măng tây hòa tan từ măng tây là sản phẩm có tiềm năng phát triển xét về tính khả thi và chất lượng sản phẩm. Sự vận chuyển dễ dàng và thời gian bảo quản dài là hai ưu điểm nổi bật so với sản phẩm nước ép từ măng tây. Tuy nhiên, trong quá trình sản xuất, một số quá trình đặc biệt là quá trình

sấy có thể gây ra những biến đổi không thuận nghịch ảnh hưởng xấu lên cấu trúc và tính chất chức năng của sản phẩm. Điều này đòi hỏi việc nghiên cứu sâu hơn về những thay đổi cấu trúc và thành phần của nguyên liệu giúp sản phẩm thu được có chất lượng tốt và góp phần nâng cao sức khỏe cho người sử dụng. Sản phẩm này sẽ tạo tiền đề để phát triển những sản phẩm bổ sung dinh dưỡng khác từ măng tây bằng cách phối hợp với các nguyên liệu khác như nước uống dinh dưỡng, trà hòa tan, trà túi lọc, bột dinh dưỡng, viên bổ sung chất xơ, viên bổ sung chất chống oxy hóa...

Sản phẩm tạo thành cần đánh giá hiệu quả sản xuất và thương mại. Do đó, nhóm nghiên cứu quyết định tiến hành xây dựng quy trình sản xuất bằng những phương pháp, kỹ thuật phù hợp với điều kiện kỹ thuật, kinh tế, sản xuất của Việt Nam. Kỹ thuật tách âm tạo sản phẩm bột hòa tan là sấy phun (một kỹ thuật hiện đại, dùng sấy dung dịch tạo bột hòa tan, thời gian sấy rất ngắn). Để tạo ra sản phẩm bột hòa tan công đoạn quan trọng là phải tách chiết chất tan trong nước từ măng tây ra khỏi nguyên liệu và tiến hành sấy từ dạng dung dịch để tạo ra bột hòa tan. Để sấy từ dạng dịch sang dạng bột có thể sử dụng công nghệ sấy trống hoặc sấy phun. Sấy trống là một phương pháp có tính kinh tế, thực hiện đơn giản tuy nhiên chất lượng sản phẩm không cao, tổn thất về mặt dinh dưỡng và hoạt tính chống oxy hóa lớn. Công nghệ sấy phun tuy đắt tiền hơn nhưng hiện nay được áp dụng rộng rãi trong sản xuất bột sữa và công nghệ này đảm bảo chất lượng sản phẩm cao.

Nghiên cứu này được thực hiện nhằm đánh giá ảnh hưởng của quá trình chần và sấy phun lên hàm lượng flavonoid và hoạt tính bắt gốc tự do DPPH của bột măng tây hòa tan.

2. Vật liệu và Phương pháp nghiên cứu

2.1. Vật liệu nghiên cứu

Măng tây được thu nhận vào tháng 3/2019 tại Đà Lạt, Lâm Đồng. Măng tây có phần thân thẳng, phần ngọn không bị uốn cong, cầm vào không mềm mà có cảm giác giòn cứng, có màu xanh tươi, không bị ngả vàng, ngọn măng có màu xanh đậm hoặc tím nhạt là những cây măng tây tươi, đạt chất lượng. Tránh chọn phần ngọn măng bị vàng úa. Măng tây để nguyên bó, không rửa mà cầm phần gốc vào thau nước lạnh trong 5 phút. Không để nước dính vào phần ngọn vì chúng sẽ dễ bị thối khi để lâu. Quán măng tây vào giấy báo hoặc khăn ẩm sạch và bọc ngoài bằng lớp ni lông bọc thức ăn thật kín. Sau đó cho vào ngăn mát tủ lạnh ở nhiệt độ 20 °C.

2.2. Hóa chất – Thiết bị

Hoá chất đặc biệt: rutin, DPPH (2, 2- diphenyl-1-picrylhydrazyl), Trolox (6-hydroxy-2,5,7,8-tetramethylchroman-2- carboxylic acid) được mua từ Sigma-Aldrich. Maltodextrin DE 12 được sử dụng

làm chất mang cho quá trình sấy phun. Các hoá chất thường: nước cất, HCl, methanol, ethanol, CH₃CO₂Na, AlCl₃ đạt tiêu chuẩn phân tích.

Thiết bị sử dụng trong đề tài nghiên cứu bao gồm: thiết bị ly tâm 80-2 (Wincom Co. Ltd., Hồ Nam, Trung Quốc), thiết bị cô quay chân không Hei-VAP Value (Heidolph Instruments, Schwabach, Đức), thiết bị sấy phun SD-06AG (Lab Plant Ltd., Keison, Chelmsford, UK).

2.3. Quy trình thu nhận bột măng tây sấy phun

Măng tây sau khi được lựa chọn, rửa và chần trong điều kiện thích hợp sẽ được xay nghiền để thu dịch ép măng tây. Dịch măng tây tiếp tục được ly tâm với tốc độ 4000 rpm trong 5 phút. Dịch thu được sẽ được cô đặc chân không (nhiệt độ 55 °C, áp suất bơm chân không 0,6 bar) lên nồng độ chất khô 10% và tiếp tục được phối trộn với chất mang maltodextrin lên nồng độ chất khô thích hợp. Dịch măng tây phối trộn được sấy phun trong điều kiện thích hợp để thu nhận bột măng tây hòa tan.

2.4. Khảo sát ảnh hưởng của quá trình chần

Hai thông số được khảo sát trong quá trình chần là nhiệt độ chần và thời gian chần. Thí nghiệm được bố trí theo mô hình một nhân tố. Nhiệt độ chần được khảo sát ở các mức 70 °C, 75 °C, 80 °C, 85 °C, 90 °C. Thời gian chần được khảo sát ở các mức 1, 2, 3, 4, 5 phút. Mẫu sau khi chần được phân tích hàm lượng flavonoid và hoạt tính bắt gốc tự do DPPH.

2.5. Khảo sát ảnh hưởng của quá trình sấy phun

Hai thông số được khảo sát trong quá trình chần là nhiệt độ sấy phun và nồng độ chất khô của dịch trước khi sấy phun. Thí nghiệm được bố trí theo mô hình hai nhân tố. Tốc độ sấy phun được cố định ở 500 mL/h. Những khảo sát sơ bộ để lựa chọn nhiệt độ sấy phun cho thấy khi cố định tốc độ sấy phun ở giá trị 500 mL/h, nếu nhiệt độ thấp hơn 150 °C thì bột thành phẩm có độ ẩm cao và dính thành thiết bị. Ngược lại, khi nhiệt độ sấy phun cao hơn 170 °C thì hiện tượng cháy khét xảy ra làm giảm chất lượng bột. Do đó, nhiệt độ sấy phun được khảo sát ở các mức 150 °C, 160 °C, 170 °C. Nồng độ chất khô được khảo sát ở các mức 10, 15, 20%. Mẫu sau khi chần được phân tích hàm lượng flavonoid và hoạt tính bắt gốc tự do DPPH.

2.6. Chuẩn bị dịch phân tích

Để phân tích mẫu măng tây sau khi chần, 15 g măng tây được xay với 40 mL ethanol 50%. Sau khi lọc thu dịch, phần bã tiếp tục được trích ly lần 2 trong 40 mL ethanol 50%. Dịch lọc của hai lần trích ly được trộn và định mức lên 100 mL.

Để chuẩn bị dịch phân tích mẫu bột măng tây, 2 g bột được hòa tan với 100 mL nước cất. Sau khi

hòa tan, hỗn hợp được lọc qua giấy lọc Whatman No.1 để thu dịch lọc trong suốt.

2.7. Các phương pháp phân tích

Hàm lượng flavonoid được xác định bằng phương pháp đo màu nhôm clorua được báo cáo bởi Gong và cộng sự (2012) và sử dụng rutin như một hợp chất chuẩn [4]. Rút 0,5 mL dung dịch phân tích vào ống nghiệm, thêm 0,15 mL NaNO₂, đợi 5 phút. Tiếp theo cho 0,3 mL AlCl₃, đợi 6 phút. Sau cùng cho 1 mL NaOH và 2 mL nước cất. Hỗn hợp được lắc đều và đo mật độ quang ở bước sóng 510 nm. Hàm lượng flavonoid trong mẫu được trình bày theo đơn vị mg đương lượng rutin/g mẫu (mg RE/g). Đường chuẩn flavonoid sử dụng chất chuẩn rutin thu được như sau: OD = 1,306C + 0,070 (R² = 0,999); với OD là độ hấp thụ của mẫu và C là nồng độ rutin (g/L).

Hoạt tính bắt gốc tự do DPPH được thực hiện theo Braca và cộng sự (2001) [5]. Rút 0,15 mL dung dịch phân tích cho vào 2,85 mL dung dịch DPPH. Hỗn hợp được lắc đều và để ở nhiệt độ phòng trong bóng tối. Đo độ hấp thụ sau 30 phút ở bước sóng 515 nm, mỗi mẫu được đo 3 lần lấy giá trị trung bình. Hoạt tính chống oxy hóa DPPH trong mẫu được trình bày theo đơn vị μmol đương lượng Trolox/g mẫu (μmol TE/g). Đường chuẩn DPPH sử dụng chất chuẩn Trolox thu được như sau: %I = 1,306C + 0,070 (R² = 0,999); với %I là khả năng ức chế gốc tự do DPPH (%I = [1 - (OD mẫu/OD mẫu đối chứng)] × 100) và C là nồng độ Trolox (g/L).

2.8. Xử lý số liệu

Dữ liệu thực nghiệm được phân tích bằng phần mềm SPSS 15 (SPSS Inc. Chicago, U.S.A) sử dụng những kỹ thuật thống kê cơ bản. Phân tích phương sai một nhân tố (one-way ANOVA) được áp dụng để xác định sự khác nhau giữa các chế độ xử lý mẫu và Tukey's Multiple Range Test được áp dụng để xác định sự khác biệt có ý nghĩa giữa các giá trị trung bình ở mức ý nghĩa 5%. Tất cả thí nghiệm và những chỉ tiêu phân tích được lặp lại 3 lần.

3. Kết quả và bàn luận

3.1. Ảnh hưởng của nhiệt độ chần

Sự thay đổi hàm lượng flavonoid và hoạt tính chống oxy hóa DPPH trong mẫu măng tây theo nhiệt độ chần được trình bày ở bảng 1. Khi tăng nhiệt độ chần từ 70 °C lên 90 °C và cố định thời gian chần là 2 phút, hàm lượng flavonoid tổng không có sự thay đổi đáng kể trong khoảng nhiệt độ chần 70 - 75 °C. Tuy nhiên, giá trị này lại tăng và đạt cực đại khi măng tây được chần ở nhiệt độ 80 °C (0,713 ± 0,040 mg RE/g) và có xu hướng ổn định khi tiếp tục tăng nhiệt độ chần lên tới 90 °C. Flavonoid là một thành phần thuộc nhóm polyphenol, do vậy sự thay đổi hàm lượng flavonoid có liên quan đến sự biến đổi của thành phần polyphenol trong vật liệu nghiên cứu. Tác giả Heras-Ramírez (2012) đã tiến hành chần nguyên

liệu bã táo sau khi ép và thu được giá trị nhiệt độ chần tốt nhất giúp giữ lại hàm lượng polyphenol trong nguyên liệu là 80 °C [6].

Bảng 1. Ảnh hưởng của nhiệt độ chần (°C) lên hàm lượng flavonoid và hoạt tính bắt gốc tự do DPPH của mẫu măng tây.

Nhiệt độ (°C)	Flavonoid (mg RE/g)	DPPH (μmol TE/g)
70	0,604 (0,021) ^a	3,955 (0,077) ^a
75	0,604 (0,003) ^a	4,838 (0,813) ^b
80	0,713 (0,040) ^b	6,660 (0,267) ^c
85	0,723 (0,035) ^b	7,984 (0,362) ^c
90	0,732 (0,035) ^b	8,446 (1,532) ^d

Lưu ý: Kết quả trình bày dưới dạng giá trị trung bình (sai số) sau 3 lần lặp, các ký hiệu chữ giống nhau thể hiện giá trị trung bình không khác nhau có nghĩa khi phân tích ANOVA (p < 0,05)

DPPH là một gốc tự do bền ở nhiệt độ phòng tạo thành màu tím trong dung dịch methanol. Sự giảm nồng độ DPPH được kiểm soát bằng sự giảm độ hấp thụ của mẫu ở bước sóng 517 nm. Sự giảm này là kết quả của sự có mặt của các chất chống oxy hóa làm giảm hoặc mất màu dung dịch DPPH. Phương pháp DPPH là một phương pháp đơn giản và nhanh chóng để đánh giá hoạt tính chống oxy hóa của mẫu [7]. Kết quả phân tích cho thấy nhiệt độ chần cao làm tăng đáng kể hoạt tính chống oxy hóa DPPH của mẫu măng tây. Tác giả Chantaro và cộng sự (2008) cho rằng có một mối tương quan giữa sự tổn thất hàm lượng phenolic và hoạt tính chống oxy hóa của nguyên liệu vỏ cà rốt [8]. Nhiệt độ chần 85 °C được lựa chọn làm thông số thích hợp cho quá trình chần măng tây.

3.2. Ảnh hưởng của thời gian chần

Bảng 2 trình bày sự thay đổi của hàm lượng flavonoid tổng và hoạt tính bắt gốc tự do DPPH của mẫu măng tây ở những thời gian chần khác nhau. Kết quả cho thấy, hàm lượng flavonoid tổng của mẫu măng tây được chần trong khoảng thời gian này nằm trong khoảng 0,622–0,667 mg RE/g. Sian và Ishak (1991) tiến hành khảo sát thời gian chần đu đủ ở 70 °C trong thời gian 4, 6, 8, 10, 12 phút thì kết quả là thời gian chần 4 phút hàm lượng anthocyanin thu được 39,8 μg/g chất khô là tốt nhất. Các khoảng thời gian còn lại có xu hướng giảm [9]. Ngoài ra, khi được chần trong điều kiện nhiệt độ và thời gian thích hợp, các hợp chất flavonoid trong măng tây cũng được cải thiện tính ổn định trong các quá trình xử lý nhiệt tiếp theo, cụ thể là quá trình sấy phun. Tuy nhiên theo tác giả Jaiswal và cộng sự (2012), thời gian chần trên 6 phút không có ảnh hưởng đáng kể lên hàm lượng flavonoid của nguyên liệu bắp cải [10].

Bảng 2. Ảnh hưởng của thời gian chần (phút) lên hàm lượng flavonoid và hoạt tính bắt gốc tự do DPPH của mẫu măng tây.

Thời gian (phút)	Flavonoid (mg RE/g)	DPPH ($\mu\text{mol TE/g}$)
1	0,600 (0,022) ^a	7,077 (0,122) ^a
2	0,622 (0,024) ^{ab}	8,520 (0,689) ^b
3	0,653 (0,027) ^b	10,393 (0,288) ^c
4	0,655 (0,011) ^b	8,644 (0,429) ^b
5	0,667 (0,030) ^b	6,803 (0,266) ^a

Lưu ý: Kết quả trình bày dưới dạng giá trị trung bình (sai số) sau 3 lần lặp, các ký hiệu chữ giống nhau thể hiện giá trị trung bình không khác nhau có nghĩa khi phân tích ANOVA ($p < 0,05$)

Hoạt tính bắt gốc tự do DPPH có xu hướng tăng đáng kể khi tăng thời gian chần, đạt cực đại tại thời gian chần 3 phút ($10,393 \pm 0,288 \mu\text{mol TE/g}$) và giảm đáng kể khi tiếp tục kéo dài thời gian chần. Theo tác giả Jaiswal và cộng sự (2012), ở nhiệt độ chần trong khoảng $80^\circ\text{C} - 90^\circ\text{C}$, hoạt tính bắt gốc tự do DPPH giảm 60% - 65% khi thời gian chần vượt quá 6 phút. [10]. Tuy nhiên, tốc độ giảm hoạt tính lại giảm dần khi thời gian chần tăng lên và cuối cùng không thay đổi. Thời gian chần 4 phút được lựa chọn làm thông số thích hợp cho quá trình chần măng tây.

Bảng 3. Ảnh hưởng của nhiệt độ sấy phun ($^\circ\text{C}$) và hàm lượng chất khô của dịch trước sấy phun (%) lên hàm lượng flavonoid (mg RE/g) của bột măng tây.

Nhiệt độ ($^\circ\text{C}$)	Hàm lượng chất khô (%)		
	10	15	20
150	21,880 (0,253) ^a	23,593 (0,166) ^d	11,767 (0,153) ^e
160	26,974 (0,194) ^b	23,273 (0,162) ^d	11,480 (0,167) ^e
170	24,573 (0,436) ^c	21,558 (0,181) ^a	11,360 (0,098) ^e

Lưu ý: Kết quả trình bày dưới dạng giá trị trung bình (sai số) sau 3 lần lặp, các ký hiệu chữ giống nhau thể hiện giá trị trung bình không khác nhau có nghĩa khi phân tích ANOVA ($p < 0,05$)

3.4. Ảnh hưởng của quá trình sấy phun

Quá trình sấy phun được sử dụng phổ biến để vi bao các thành phần mẫn cảm với sự phân hủy bởi các tác nhân bên ngoài. Trong số các polymer được sử dụng làm chất mang, maltodextrin là một trong những chất mang quan trọng và được sử dụng phổ biến nhất vì nó tạo thành dung dịch có độ nhớt thấp ở nồng độ sử dụng cao – một đặc tính rất quan trọng trong quá trình sấy phun. Ngoài ra, maltodextrin còn có ưu điểm giá thành rẻ và có vị dễ chịu [11]. Trong quá trình sấy phun, nhiệt độ sấy phun và hàm lượng chất khô hay nói cách khác là hàm lượng maltodextrin của

dịch trước sấy phun là hai thông số quan trọng nhất ảnh hưởng đáng kể lên các chỉ tiêu hóa học cũng như vật lý của sản phẩm bột sấy phun thu được.

Khi tăng nhiệt độ sấy phun trong khoảng $150 - 160^\circ\text{C}$, hàm lượng flavonoid tổng trong hai mẫu có hàm lượng chất khô 10% và 15% đạt cực đại ở nhiệt độ 160°C trong khi đối với mẫu có hàm lượng chất khô 20%, sự thay đổi hàm lượng flavonoid không khác biệt ý nghĩa. Ngoài ra, khi tăng hàm lượng maltodextrin sử dụng, hàm lượng flavonoid trong bột măng tây đều có xu hướng giảm đáng kể.

Bảng 4. Ảnh hưởng của nhiệt độ sấy phun ($^\circ\text{C}$) và hàm lượng chất khô của dịch trước sấy phun (%) lên hoạt tính bắt gốc tự do DPPH ($\mu\text{mol TE/g}$) của bột măng tây.

T ($^\circ\text{C}$)	Hàm lượng chất khô (%)		
	10	15	20
150	51,468 (0,806) ^{ab}	45,736 (0,370) ^c	21,938 (0,391) ^e
160	53,637 (1,526) ^a	49,815 (0,174) ^{bd}	21,170 (0,140) ^e
170	52,958 (1,914) ^{ab}	47,922 (1,666) ^{cd}	4,232 (0,157) ^f

Lưu ý: Kết quả trình bày dưới dạng giá trị trung bình (sai số) sau 3 lần lặp, các ký hiệu chữ giống nhau thể hiện giá trị trung bình không khác nhau có nghĩa khi phân tích ANOVA ($p < 0,05$)

Sự tăng hàm lượng flavonoid khi tăng nhiệt độ sấy phun trong khoảng $150 - 160^\circ\text{C}$ có thể là do sự trùng hợp và tổng hợp các hợp chất polyphenol mới góp phần làm tăng hàm lượng các hợp chất này trong kết quả phân tích [12]. Hàm lượng flavonoid tổng của bột măng tây giảm khi tăng nồng độ maltodextrin trong dịch măng tây trước khi sấy phun có thể là do hiệu ứng về nồng độ của maltodextrin. Do maltodextrin là chất mang trợ nên việc sử dụng với hàm lượng cao dẫn đến sự gia tăng hàm lượng maltodextrin trong sản phẩm làm giảm hàm lượng các hợp chất khác. Kết quả tương tự cũng được đề cập trong nghiên cứu của tác giả Mishra và cộng sự (2014) [13]. Trong nghiên cứu này, khi tăng nồng độ maltodextrin từ 5% lên 9%, hàm lượng polyphenol tổng trong bột trái amla (*Embllica officinalis*) giảm đáng kể.

Sự có mặt của các hợp chất sinh học trong nguyên liệu đem lại khả năng chống oxy hóa cho sản phẩm bột măng tây, cụ thể là khả năng bắt gốc tự do. Như vậy, mẫu có hàm lượng flavonoid cao có hoạt tính chống oxy hóa cao [14]. Nhiệt độ sấy phun và hàm lượng maltodextrin trong dịch trước sấy phun ảnh hưởng đáng kể lên hoạt tính bắt gốc tự do DPPH của bột măng tây. Kết quả tương tự được trình bày trong nghiên cứu về bột gấc sấy phun của tác giả Tuyen và cộng sự (2010) [15]. Kết quả này có thể được giải thích bởi sự tiếp xúc với nhiệt độ cao tác

động bất lợi lên cấu trúc của các hợp chất hóa học có hoạt tính sinh học làm phá hủy hoặc biến đổi chúng thành các dạng khác có hoạt tính chống oxy hóa thấp hơn. Hàm lượng flavonoid không bao gồm tất cả các chất chống oxy hóa có trong nguyên liệu [16]. Do đó, xu hướng thay đổi của hoạt tính chống oxy hóa DPPH không hoàn toàn tuân theo chiều hướng thay đổi của hàm lượng flavonoid. Ngoài ra, do maltodextrin không có hoạt tính chống oxy hóa nên việc tăng hàm lượng maltodextrin trong dịch trích trước khi sấy phun dẫn đến kết quả làm khả năng bắt gốc tự do của sản phẩm. Kết quả này tương tự nghiên cứu của tác giả Mishra và cộng sự (2014) khi tác giả khảo sát quá trình sấy phun bột trái amla (*Emblica officinalis*) [13]. Dựa trên những số liệu thu được, nhiệt độ sấy phun 160 °C và hàm lượng chất khô 10% được chọn là những thông số phù hợp cho quá trình sấy phun dịch măng tây. Bột măng tây thành phẩm có hàm lượng flavonoid và hoạt tính bắt gốc tự do DPPH lần lượt là 26,97 mg RE/g và 53,64 μmol TE/g. Ngoài ra, độ ẩm của bột thành phẩm là 6,93%.

4. Kết luận

Kết quả thu được cho thấy khi chần măng tây ở điều kiện nhiệt độ chần 85 °C và thời gian chần 4 phút, măng tây tươi lưu giữ được hàm lượng các hợp chất quan trọng như flavonoid và hoạt tính chống oxy hóa của chúng. Điều kiện sấy phun bao gồm hai thông số công nghệ là nhiệt độ sấy phun và hàm lượng chất khô (hay nói cách khác là hàm lượng maltodextrin sử dụng) được khảo sát với mục tiêu thu được bột măng tây có hàm lượng flavonoid và hoạt tính bắt gốc tự do DPPH cao nhất. Điều kiện sấy phun thỏa mãn những mục tiêu trên là nhiệt độ sấy phun 160 °C và nồng độ chất khô của dịch trước sấy phun là 10%.

Lời cảm ơn

Nghiên cứu này được tài trợ bởi Quỹ Phát triển khoa học và công nghệ NTTU trong đề tài mã số 2018.01.83

Tài liệu tham khảo

- [1] W. Zhang, W. Wu, Q. Wang, Y. Chen, and G. Yue, The Juice of Asparagus By-Product Exerts Hypoglycemic Activity in Streptozotocin-Induced Diabetic Rats, *J. Food Biochem.*, vol. 38, no. 5, pp. 509–517, 2014.
- [2] P. Bhattacharjee and R. S. Singhal, Asparagus, Broccoli, and Cauliflower: Production, Quality, and Processing, in *Handbook of Vegetables and Vegetable Processing*, 2011.
- [3] T. Tsushida, M. Suzuki, and M. Kurogi, Evaluation of antioxidant activity of vegetable extracts and determination of some active compounds, *Nippon Shokuhin Kogyo Gakkaishi*, vol. 41, no. 9, pp. 611–618, 1994.
- [4] Y. Gong, Z. Hou, Y. Gao, Y. Xue, X. Liu, and G. Liu, Optimization of extraction parameters of bioactive components from defatted marigold (*Tagetes erecta* L.) residue using response surface methodology, *Food Bioprod. Process.*, vol. 90, no. 1, pp. 9–16, 2012.
- [5] A. Braca, N. De Tommasi, L. Di Bari, C. Pizza, M. Politi, and I. Morelli, Antioxidant principles from *Bauhinia tarapotensis*, *J. Nat. Prod.*, vol. 64, no. 7, pp. 892–895, 2001.
- [6] M. E. Heras-Ramírez et al., Effect of blanching and drying temperature on polyphenolic compound stability and antioxidant capacity of apple pomace, *Food Bioprocess Technol.*, vol. 5, no. 6, pp. 2201–2210, 2012.
- [7] C. G. da Silva et al., Evaluation of antioxidant activity of Brazilian plants, *Pharmacol. Res.*, vol. 52, no. 3, pp. 229–233, 2005.
- [8] P. Chantaro, S. Devahastin, and N. Chiewchan, Production of antioxidant high dietary fiber powder from carrot peels, *LWT - Food Sci. Technol.*, 2008.
- [9] N. K. Sian and S. Ishak, Carotenoid and anthocyanin contents of papaya and pineapple: Influence of blanching and predrying treatments, *Food Chem.*, vol. 39, no. 2, pp. 175–185, 1991.
- [10] A. K. Jaiswal, S. Gupta, and N. Abu-Ghannam, Kinetic evaluation of colour, texture, polyphenols and antioxidant capacity of Irish York cabbage after blanching treatment, *Food Chem.*, vol. 131, no. 1, pp. 63–72, 2012.
- [11] G. A. Rocha, M. A. Trindade, F. M. Netto, and C. S. Fávoro-Trindade, Microcapsules of a casein hydrolysate: production, characterization, and application in protein bars, *Food Sci. Technol. Int.*, vol. 15, no. 4, pp. 407–413, 2009.
- [12] R. Santiago-Adame et al., Spray drying-microencapsulation of cinnamon infusions (*Cinnamomum zeylanicum*) with maltodextrin, *LWT-Food Sci. Technol.*, vol. 64, no. 2, pp. 571–577, 2015.
- [13] P. Mishra, S. Mishra, and C. L. Mahanta, Effect of maltodextrin concentration and inlet temperature during spray drying on physicochemical and antioxidant properties of amla (*Emblica officinalis*) juice powder, *Food Bioprod. Process.*, vol. 92, no. 3, pp. 252–258, 2014.
- [14] L. Medina-Torres et al., Microencapsulation by spray drying of laurel infusions (*Litsea glaucescens*) with maltodextrin, *Ind. Crops Prod.*, vol. 90, pp. 1–8, 2016.
- [15] C. K. Tuyen, M. H. Nguyen, and P. D. Roach, Effects of spray drying conditions on the physicochemical and antioxidant properties of the Gac (*Momordica cochinchinensis*) fruit aril powder, *J. Food Eng.*, vol. 98, no. 3, pp. 385–392, 2010.
- [16] A. Djeridane, M. Yousfi, B. Nadjemi, D. Boutassouna, P. Stocker, and N. Vidal, Antioxidant activity of some Algerian medicinal plants extracts containing phenolic compounds, *Food Chem.*, vol. 97, no. 4, pp. 654–660, 2006.